مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره سیزدهم / زمستان ۱۳۹۱

طراحی مدل پیش بینی ورشکستگی شرکت ها به وسیله شبکه‌های عصبی فازی
(مطالعه موردی شرکت های بورس اوراق بهادار تهران)

مریم ظهری[۱]
محمدعلی افشارکاظمی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۳۰

چکیده

در این مقاله به منظور پیش بینی درصد ورشکستگی شرکت های بورسی از مدلهای شبکه عصبی فازی استفاده گردیده که توانایی کار در محیط پویا و غیر قطعی را امکان پذیر می سازد. در این میان با استفاده از منطق فازی متغییر های مختلف کلامی به منظور تعریف هر شاخص مشخص گردیده است و با ایجاد توابع عضویت هر کدام با استفاده شبکه عصبی به ایجاد یک سیستم یادگیرنده اقدام شده است. از میان مدل های مختلف شبکه عصبی،شبکه پرسیترون چند لایه پیش خور، با قانون یادگیری پس انتشار خطا انتخاب شده است. در اینجا از چهار شبکه عصبی فازی استفاده شده است. بدین منظور ابتدا پارامترهای مؤثر بر ورشکستگی شناسایی و سپس متغیرهای نهایی در سه دسته اصلی طبقه بندی و به عنوان ورودی های شبکه های عصبی فازی نقدینگی، اهرمی و بازار در نظر گرفته شده است . و سپس خروجی های شبکه های عصبی فازی نقدینگی، اهرمی و بازار به عنوان ورودی های شبکه عصبی فازی پیش بینی ورشکستگی شرکت ها وارد می گردد و خروجی آن احتمال ورشکستگی شرکت های داروسازی بورس را نمایش می دهد. عملکرد شبکه های عصبی فازی در محیط مطلب، سیستم استنتاج فازی سوگینو و توابع عضویت جی بل مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتیجه بدست آمده از این مقاله یک مدل پیش بینی بهینه با کمترین مقدار خطا را ارایه داده است.

واژه‌های کلیدی: شبکه عصبی فازی، پیش بینی ورشکستگی، نسبت های مالی، فاکتور بازار، شبکه های عصبی، منطق فازی.

۱- کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی، گرایش مالی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، mary_zohri@yahoo.com
۲- استاد مدعو دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، dr.mafshar@yahoo.com

۱- مقدمه

پیش بینی مسئله ایست که از دیرباز ذهن انسان را بخود مشغول ساخته است . بطور کلی می توان اظهار نمود که یکی از مهمترین وظایف علم در زمینه های گوناگون تلاش جهت یافتن ارتباط بین پدیده های متفاوت به منظور پیش بینی آینده است(Tasur, 2009) .

از آنجا که علی رغم وجود شرایط ورشکستگی در مواردی شرکت ها به حیات ظاهری خود ادامه می دهند و به نوعی غیر مستقیم منجر به هدر رفتن منابع و عدم بهره گیری از فرصت های سرمایه گذاری می شود از این جهت تلاش می شود تا با بهره گیری از تکنیک های پیشرفته بتوان از احتمال ورشکستگی شرکت ها در آینده دور نمایی صحیحی بدست آورد.در این مقاله سعی شده که با استفاده از شبکه های عصبی فازی ، پیش بینی ورشکستگی شرکت ها با کمترین خطا، مدل سازی گردد تا بتوان آگاهی سرمایه گذاران و تامین کنندگان مالی را در خصوص تصمیم گیری های اقتصادی نسبت به شرکت های بحران زده افزایش داد و همچنین با ارایه شاخص های هشدار دهنده، مدیریت شرکت ها را نسبت به موقعیت مالی آگاه سازند و آنها خواهند توانست اقدامات اصلاحی بکار گیرند.

۲- مبانی نظری پژوهش و مروری بر پیشینه

ورشکستگی تقریباً مقوله ای باستانی و به همین میزان هم شایع می باشد ورشکستگی ممکن است در یک مغازه خرده فروشی کوچک که قادر به ایفای تعهد اجاره اش نیست و بدین دلیل بسته می شود یا در یک شرکت تولیدی بزرگ به دلیل نداشتن نقدینگی مطلوب و زیان های مستمر سالانه رخ دهد. حسابداران باید علل پدید آورنده ورشکستگی را به خوبی درک کنند زیرا آنها هستند که می توانند قبل از وقوع ورشکستگی، مدیریت را آگاه سازند و راه حل پیش گیری کننده ارایه نمایند. ورشکستگی زمانی اتفاق می افتد که طبق قانون، دارایی ها برای پرداخت بدهی شرکت فروخته شود و شرکت منحل شود (Wimboh,2003).

منظور از ورشکستگی در این تحقیق، ورشکستگی اقتصادی است و زمانی رخ می دهد که بر اثر زیانهای وارده، حداقل نیمی از سرمایهٔ شرکت از میا ن برود . یعنی شرکت مشمول مادهٔ ۱۴۱ قانون اصلاحی تجارت شود در این ماده می خوانیم اگر بر اثر زیانهای وارده، حداقل نصف سرمایه شرکت از میان برود، هیئت مدیره مکّلف است بلافاصله مجمع عمومی فوق العاده صاحبان سهام را دعوت نماید تا موضوع انحلال یا بقای شرکت، مورد شور و رأی واقع شو د .هرگاه مجمع مزبور رأی به انحلال شرکت ندهد، باید در همان جلسه و با رعایت مقررات مادهٔ ۶ این قانون، سرمایه شرکت را به مبلغ سرمایه موجود کاهش دهد (ناصرزاده ، ۱۳۷۴).

سرمایه گذاران همواره می خواهند با پیش بینی امکان ورشکستگی یک شرکت از ریسک سوخت شدن اصل و فرع سرمایه خود جلوگیری نمایند. از این رو، آنها در پی یافتن روش هایی هستند که بتوانند بوسیله آن ورشکستگی مالی شرکت ها را تخمین بزنند، زیرا در صورت ورشکستگی، قیمت سهام شرکت ها به شدت کاهش می یابد. پیش بینی ورشکستگی با استفاده از روش های مختلفی صورت می پذیرد، که از این میان روش های مزبور، روش تجزیه و تحلیل نسبت ها و روش تجزیه و تحلیل ریسک بازار از اعتبار بیشتری برخوردار است . در روش تجزیه و تحلیل ریسک بازار، احتمال وقوع ورشکستگی شرکت از طریق تغییراتی که در ریسک بازار (مثل واریانس نرخ بازده یک سهم و ریسک سیستماتیک) رخ می دهد، تخمین زده می شود. در روش تجزیه و تحلیل نسبت ها، احتمال وقوع ورشکستگی بوسیله یک گروه از نسبت های مالی که توسط صاحب نظران با هم ترکیب شده اند تخمین زده می شود(فغانی نرم،۱۳۸۰).

نسبت نقدینگی : با استفاده از این نسبت ها وضعیت و توان نقدینگی شرکت اندازه گیری می شود.

نسبت های اهرمی: با استفاده از این نسبت ها میزان استفاده از بدهی در مقابل سهام تعیین می شود.

نسبت های فعالیت: با استفاده از این نسبت ها کارایی شرکت در استفاده از منابع و دارایی ها اندازه گیری می شود.

نسبت های سود آوری: عملکرد و وضعیت سودآوری شرکت با استفاده از این نسبت ها مورد ارزیابی قرار می گیرد.(قالیباف اصل، ۱۳۸۵).

در این تحقیق از نسبت های مالی نقدینگی، اهرمی و همچنین فاکتورهای بازار جهت پیش بینی ورشکستگی استفاده شده است که شامل متغیرهای زیر می باشند:

۱- نسبت های نقدینگی:

در این جا سه نسبت مورد بررسی قرار می گیرد.

بدهی جاری /دارایی های جاری= نسبت جاری

در این نسبت فرض بر این است که دارایی های جاری پشتوانه بازپرداخت بدهی های جاری شرکت است. هرچه این نسبت بالاتر باشد وضعیت نقدینگی شرکت بهتر است. حد مطلوب این نسبت بر اساس نرم صنعت تعیین می شود. سازمان های وام دهنده همواره اصرار می ورزند که نسبت جاری شرکت در حد ۲ یا بیش از آن باشد و آن را شرط پرداخت وام های صنعتی و بازرگانی می پندارند(قالیباف اصل، ۱۳۸۵).

این متغیر یک متغیر نقدینگی است که با افزایش آن احتمال ورشکستگی شرکت افـزایش مـی یابد. زیرا با افزایش نقدینگی هرچند ریسک بازپرداخت بدهی های جاری کـاهش مـی یابـد، ولـی از طرف دیگر ریسک بازدهی شرکت نیز افزایش و به عبارت دیگر نـرخ بـازده سـرمایه گـذاری شـرکت کاهش خواهد یافت. زیرا به طورمعمول نرخ بازده دارا یهای جاری کمتر از بازده حاصل از دارایی های ثابت تولیدی است(مدرس و عبدالله زاده ، ۱۳۷۸).

بدهی های جاری/ (موجودی ها – دارایی های جاری)=نسبت آنی

نسبت آنی که نسبت سریع نیز به آن می گویند، تقریباً اهدافی مشابه اهـداف نسـبت جـاری را تامین می کند، ولی در محاسبه این نسبت مقدار موجودی کالا حذف می شود؛ زیـرا از بـین اقـلام دارایی های جاری، موجودی کالا معمولاً کمترین قدرت نقدینگی را دارد و از ایـن رو بـا اسـتفاده از نسبت آنی، توان شرکت در پرداخت بدهی های آن تعیـین مـی شـود. اگـر شـرکتی بـا اسـتفاده از داراییهای آنی، بدهی های جاری خود را بپردازد، باید داراییهای آنی بیش از بدهی های جاری یا بـا آن برابر باشد؛ بنابراین نسبت آنی این شرکت باید عدد ۱ یا بیش از آن باشد(نوو،۱۳۷۹).

کل دارایی ها / وجوه نقد

در این نسبت وجوه نقد شرکت بر کل دارایی های شرکت جهـت انـدازه گیـری وضـعیت نقـدینگی تقسیم می شود.

۲- نسبت های اهرمی

این نسبت ها میزان استفاده از بدهی و توان ایفای تعهدات از طرف شرکت را اندازه گیری مـی کنند. مهمترین استفاده ای که از این نسبت ها می شود این است که این نسبت ها شاخص ریسک مالی شرکت می باشند.

کل دارایی ها / کل بدهی ها =نسبت بدهی

این نسبت درصد وجوهی را نشان می دهد که به وسیله بدهی تامین شده اند. اعتبار دهنـدگان نسبت بدهی پایین را ترجیح می دهند. زیرا در صورت بالا بودن، ریسـک مـالی و احتمـال زحمـت مالی شرکت بالا می باشد

حقوق صاحبان سهام / کل بدهی=نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام

این نسبت هرچه قدر بالا باشد میزان استفاده از بدهی بالا بوده و ریسک شرکت بالاست اگر این شرکت بخواهد در آینده مجدداً قرض بگیرد، وام دهندگان یا به او قرض نمی دهند یا در صورت تمایل به قرض دادن نرخ های بهره بالایی از شرکت خواهند گرفت(قالیباف اصل، ۱۳۸۵).

۳- فاکتور های بازار

این فاکتور ها شامل ۲ نسبت زیر می باشد

(شاخص GNP/ کل دارایی) Log =اندازه نسبی شرکت

در این نسبت کل دارائیها بر شاخص تولید ناخلص ملی تقسیم می گردد و از آن لگاریتم گرفته می شود.

شاخص بازدهی کل بورس /شاخص بازدهی شرکت

در نسبت فوق شاخص بازدهی شرکت بر شاخص بازدهی کل بورس تقسیم می گردد این نسبت وضعیت شرکت مورد نظر را در سال مورد نظر نشان می دهد هرچه این نسبت بزرگتر از یک باشد وضعیت شرکت در بازار مناسب تر است.(Neapolitan & Jiang , 2007)

قابل ذکر است در ایران تحقیق های جهت پیش بینی ورشکستگی صورت گرفته است که می توان به تحقیق های زیر اشاره کرد هارونکلایی و کدخدایی(۱۳۸۲)، تحقیقی با عنوان « مروری بر داده های مالی بازار سرمایه: معمایی تخمین ورشکستگی» ارایه دادند که در آن مدل آلتمن در قلمرو زمانی ۱۳۷۹-۱۳۷۶ مورد بررسی قرار گرفته است متغیر های مورد بررسی در این تحقیق شامل نسبت بازده دارایی، نسبت فروش به دارایی، نسبت ارزش روز سهم به بدهی، نسبت سرمایه در گردش به دارایی و نسبت سود انباشته به دارایی بوده است و در نتیجه بیان شده است که هر پنج فاکتور مدل آلتمن در پیش بینی ورشکستگی مورد تایید بوده است.

فلاحی (۱۳۸۱)، پایان نامه ای با عنوان «پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از شبکه عصبی» در دانشگاه تهران به انجام رساند که در آن منظور از درماندگی مالی حالتی است که در آن به علت کاهش قدرت سودآوری شرکت احتمال عدم توانایی بازپزداخت اصل و فرع بدهی شرکت افزایش یافته است. در تحقیق فوق از پرسپترون چند لایه با BP استفاده شده است که شامل ۵ متغییر ورودیی سود قبل از بهره و مالیات به دارایی ها، سود قبل از بهره و مالیات به خالص فروش، حقوق صاحبان سهام به بدهی، سرمایه در گردش به دارایی ها و دارایی جاری به بدهی جاری می باشد. جامعه آماری مورد بررسی شامل ۴۰ شرکت تولیدی ورشکسته و ۴۰ شرکت تولیدی غیر ورشکسته در محدوده زمانی ۱۳۸۰-۱۳۷۱ می باشد . در نتیجه این تحقیق با مقایسه

شبکه عصبی با تحلیل ممیز چندگانه بیان شده است که شبکه عصبی در پیش بینی درماندگی مالی به طور معنا داری نسبت به تحلیل ممیز چندگانه از دقت پیش بینی بیشتری برخوردار است.

سعادت فر وکمیجانی(۱۳۸۵)، تحقیقی با عنوان « کاربرد مدلهای شبکه عصبی درپیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکتهای بازار بورس » در دانشگاه صنعتی شریف ارایه دادند که در تحقیق فوق با استفاده از نسبت های زیر به پیش بینی پرداخته شده است:

الف) (نسبت جاری) دارایی جاری به بدهی جاری :

این متغیر یک متغیر نقدینگی است که با افزایش آن احتمال ورشکستگی شرکت افزایش می یابد .زیرا با افزایش نقدینگی هرچند ریسک بازپرداخت بدهی های جاری کاهش می یابد، ولی از طرف دیگر ریسک بازدهی شرکت نیز افزایش و به عبارت دیگر نرخ بازده سرمایه گذاری شرکت کاهش خواهد یافت .زیرا به طورمعمول نرخ بازده دارای یهای جاری کمتر از بازده حاصل از دارایی های ثابت تولیدی است (مدرس و...، ۱۳۷۸ ، ص۲۹). بنابراین باافزایش نسبت نقدینگی، قدرت سودآوری شرکت کاهش و احتمال ورشکستگی اقتصادی شرکت افزایش می یابد.

ب) (حاشیه سود ناخالص) نسبت سود ناخالص به فروش :

این متغیر یک نسبت سودآوری است که با افزایش آن، احتمال ورشکستگی اقتصادی شرکت کاهش می یابد . سود ناخالص در صورت نسبت، از مابه التفاوت قیمت فروش کالاها و بهای تمام شدهٔ کالاهای فروش رفته به دست می آید. پایین بودن این نسبت حاکی از آن است که احتمالاً بهای تمام شدهٔ کالاهای تولیدی شرکت بالا است و به عبارت دیگر « هزینه تولید» زیاد است و این امر منجر به ورشکستگی اقتصادی شرکت می شود.

ج) (نسبت سود خالص به بدهی جاری):

این متغیر یک متغیر اهرمی است که پوشش دهی سود شرکت را نسبت به بدهی های جاری آن نشان می دهد. هرچه این نسبت بزرگتر باشد، احتمال ورشکستگی شرکت کاهش می یابد.

این تحقیق نشان داد که با بکارگیری مدل های مبتنی بر شبکه عصبی توانایی مدیریت های مالی را برای مقابله با نوسان های اقتصادی و ورشکستگی نسبت به مدل های رقیب افزایش می دهد.

سلیمانی امیری(۱۳۸۱)، در پایان نامه دکتری حسابداری خود از دانشگاه تهران موضوع « بررسی شاخص های پیش بینی کننده ورشکستگی در شرایط محیطی ایران» را مطرح نمود. وی در تحقیق خود سعی نمود با استفاده از روش دلفی و استناد به نظر متخصصین به جمع آوری تعدادی شاخص بپردازد که می تواند در پیش بینی ورشکستگی مفید واقع شود. البته ایشان از ارایه یک مدل کمی که توانایی پیش بینی ورشکستگی را داشته باشد خودداری نموده است و فقط با

استفاده از شاخص های بدست آمده و داده های موجود شرکت و رگرسیون خطی، مدلی ارایه نموده است ولی در مورد اینکه چگونه می توان از این مدل برای پیش بینی ورشکستگی استفاده نمود و صحت و معناداری مدل بحثی نشده است.

فغانی نرم (۱۳۸۰)،در پایان نامه خود با عنوان « ارتباط بین نسبت های مالی و پیش بینی ورشکستگی» در محدوده زمانی ۱۳۷۸-۱۳۷۷، از روش نمونه گیری طبقه ای استفاده کرده است. برای آزمون معتبر بودن مدل، نمونه دیگر متشکل از شرکت های موفق در سال ۱۳۷۷ و ناموفق در سال ۱۳۷۹ طبق ملاک های قبل انتخاب گردیده که این نمونه، نمونه معتبر نامیده می شود. به منظور آزمون فرضیه تحقیق و محاسبه نسبت های مالی مورد نظر شرکت های نمونه، اطلاعات مربوط به یک و دو سال قبل از موفقیت و عدم موفقیت(ورشکستگی) برای هر گروه از شرکتهای موفق و ناموفق از طریق صورت های مالی منتشر شده شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران جمع آوری گردید. نتایج ناشی از تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که مدل های z اسکور بدست آمده، تفکیک و طبقه بندی شرکت های نمونه را به یکی از گروه های موفق و ناموفق به طور صحیح انجام داده و در این طبقه بندی دچار اشتباه نشده است که این امر نشان دهنده توانایی نسبت های مالی در پیش بینی ورشکستگی می باشد.

شبکه های عصبی فازی

شبکه عصبی فازی یک طرح هوشمند ترکیبی می باشد که از دو جزء منطق فازی و شبکه های عصبی نشآت گرفته است . شبکه‌های عصبی قابلیت یادگیری از روی داده‌ها را دارا می باشند. در صورتی که راه‌حل‌های منطق فازی براحتی قابلیت‌های اصلاح و بهینه‌سازی را امکان پذیر می سازد(Tasi-chi,2008).

ابتدا با مروری بر شبکه های عصبی و منطق فازی و بیان کردن محدودیت های این دو روش به معرفی سیستم های استنتاج فازی- عصبی تطبیقی پرداخته شده است. روش شبکه عصبی اصولا برای پیش بینی، طبقه بندی، گروه بندی و بازشناسی الگوها بکار می رود. توانایی یادگیری مهمترین ویژگی شبکه عصبی بوده و بوسیله آموزش شبکه با داده هایی از گذشته امکان پذیر میشود. عنصر اولیه در شبکه عصبی نرون می باشد،بطور ریاضی نرون k بصورت زیر فرموله می شود:

$$U_k = \sum_{k=0}^{n} W_{kj} X_j \qquad Y_K = \varphi(U_K - \theta_K)$$

بطوریکه در آن X_J وزنهای سیناپسی ، U_K ترکیب خطی خروجی ، θ_K مقدارآستانه ،φ تابع فعال سازی و Y_K سیگنال خروجی است..روش یادگیری به دو صورت با سرپرست و بدون سرپرست می باشد، در روش یادگیری با سرپرست خطای بین خروجی مورد انتظار و خروجی بدست آمده محاسبه، آنگاه با استفاده از روشهای حداقل سازی جهت اصلاح خطا و نطبیق وزنهای بین دو لایه متصل به هم با شروع از لایه خروجی به سمت عقب اقدام می گردد. مسئله اصلی در شبکه‌های عصبی انتخاب پیچیدگی مناسب در مدل از قبیل تعداد لایه های مخفی و یا پارامترهای تنظیم است . تعداد لایه های مخفی به الگوریتم یادگیری بستگی دارد ، بطور کلی سیستم های یادگیری با سرپرست در طراحی لایه های مخفی منعطف تر می باشند. در شبکه‌های پیش خوربصورت استاندارد از تابع سیگموید جهت تابع انتقال و قواعد متفاوت جهت توقف فرایند آموزش استفاده می شود(berry &linoff,1997).

اماکاربردهای شبکه عصبی چند دلیل عمده محدود شده است. اول اینکه راه‌حل‌هایی که توسط شبکه‌های عصبی بدست می‌آیند همانند یک جعبه سیاه بوده و امکان تفسیر و یا تصحیح و تغییر یک رفتار مشخص از شبکه عصبی بصورت دستی وجود ندارد. دوم، محاسبات حجیمی که برای انجام آن نیاز است عاملی بازدارنده برای تولید انبوه اکثر محصولات محسوب می‌شود. و دلیل سوم اینکه انتخاب مدل شبکه‌ای مناسب و تنظیم پارامترهای الگوریتم یادگیری هنوز یک دانش و هنر نامکشوف بوده و نیاز به تجربه زیاد دارد. (Nikola,2009).

این مشکلات بسادگی و تا حد زیادی با ترکیب نقاط قدرت و ضعف شبکه‌های عصبی با منطق فازی قابل حل می باشد. به این صورت که شبکه‌های عصبی قابلیت یادگیری از روی داده‌ها را دارند در صورتی که راه‌حل‌های منطق فازی براحتی قابلیت‌های اصلاح و بهینه‌سازی را دارا می باشند(Mazher,2009) .

سیستم هایی که دارای تعاریف ناقص ویا عدم قطعیت در داده می باشند را براحتی می توان با استفاده از سیستم استنتاج فازی مدلسازی نمود .رمز موفقیت منطق فازی در امکان توصیف رفتار سیستم موردنظر با دستورات و روابط ساده شرطی اگر- آنگاه است که این امکان ، راه‌حلی ساده‌تر و صرف مدت زمانی کوتاهتر را برای طراحی سیستم میسر می‌سازد (Yu,2009).

نظریه مجموعه فازی ، جهت تحلیل سیستم هایی کـه در آنهـا وابسـتگی بـین متغیرهـا بسـیار پیچیده است، شکل گرفت . وجود چنین پیچیدگی هایی در علوم مختلف همچون اقتصاد و بسیاری از رشته های دیگر امری معمول است. یک ریسمان عمومی که مسائلی از این نوع را بهم مربوط می نماید، نادقیق بودن محدوده رده ها ، ابهامات و نامعین بـودن واقعیـت اسـت (کـوره پـزان دزفـولی، ۱۳۸۴)

این امکان جالب و قدرتمند منطق فازی در عین حال یک محدودیت بزرگ برای آن محسوب می‌شود زیرا در بسیاری از کاربردها دانش مربوط به توصیف رفتار سیستم در خود مجموعه داده‌های آن مستتر می‌باشد که استخراج اطلاعات آن بصورت دستی از میان خروارها اطلاعات ، زمان بسیار زیاد ، دقت و سعی وافری را طلب می‌کند. استفاده از یک شبکه عصبی می‌توان نوید بخش ارایه راه حلی مناسب برای این منظور باشد زیرا شبکه‌های عصبی توانایی یادگیری از روی مجموعه داده‌ها را دارند (liya,1999)

محدودیت های ارائه شده ، نیروی محرک اصلی در پشت ایده ایجاد سیستم های ترکیبی هوشمند بود که دو یا بیشتر از دو تکنیک در یکدیگر ادغام گردند تا توانایی غلبه بر محدودیت های هر یک از این تکنیک را دارا باشند، سیستم های پیوندی همچنین زمانی اهمیت وافری می یابند که طبیعت متنوع حوزه های کاربردی در آنها لحاظ قرار بگیرد . بسیاری از حوزه های پیچیده تعداد بیشماری مسائل جزئی متفاوت در خود گنجانده اند که هر کدام ممکن است به انواع متفاوتی از فرایندها نیاز داشته باشند(Nikola, 2009).

۳- مدل پژوهش و متغیرهای آن

ارائه یک طرح کلی از شبکه عصبی فازی

ساختار مدل سازی شبکه های عصبی فازی دارای لایه های متعددی می باشد که در این قسمت به ۵ لایه اصلی ایجادکننده شبکه عصبی فازی پرداخته شده است. در لایه اول گره های ورودی قرار دارند که نماینده متغیرهای زبانی ورودی می باشد. لایه پنجم، لایه خروجی می باشد. گره ها در لایه دوم و چهارم گره های عبارت می باشند که همانند تابعهای عضویت برای نشان دادن عبارت های مربوط به هر متغیرزبانی عمل می کنند. هر گره در لایه سوم یک گره قاعده می باشد که نماینده یک قاعده منطق فازی است . بنابراین گره های لایه سوم در مجموع تشکیل یک پایگاه قواعد فازی را می دهند. اتصالات لایه سوم، پیش شرط های (مقدم) گره های قاعده را معین می کنند و اتصالات لایه چهارم نتایج (تالی) گره های قاعده را تعیین می نماید. بنابراین برای هر گره قاعده ، حداکثر یک اتصال (شاید هم هیچ اتصال) از گره های عبارت یک گره زبانی وجود دارد (Zadeh,2007).

هر واحد در شبکه دارای یک تابع ورودی ویک تابع خروجی می باشد . تابع ورودی ، ورودی شبکه را برای این گره تهیه می کند . این تابع در حالت کلی بصورت زیر نمایش داده می شود :

$$\text{net} - \text{input} = f(u_1^k, u_2^k, \ldots\ldots, u_p^k \,;\, w_1^k, w_2^k, \ldots\ldots, w_p^k)$$

که u_i^k نمایش دهندهi امین علامت ورودی به لایه k ام و ، i,w_i^k امین وزن مربوط به k امین لایه می باشد وp نمایش دهنده تعداد اتصالات ورودی گره مزبور می باشد .

دومین فعالیت هر گره محاسبه مقدار خروجی می باشد که تابعی از (net-input) می باشد (Zoheidi,2003).

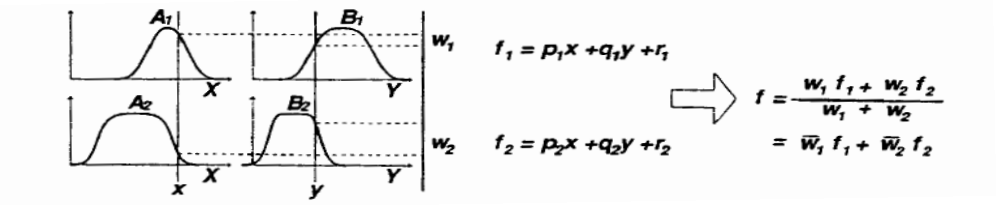
output = 0_i^k

معماری سیستم های استنتاج فازی-عصبی تطبیقی

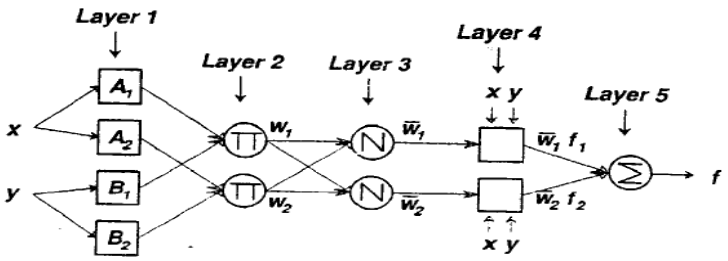
بهترین سیستم استنتاج فازی مورد استفاده در سیستم های استنتاج فازی-عصبی تطبیقی مدل سوگینو می‌باشد برای سادگی فرض می شود که سیستم های استنتاج فازی مورد نظر ۲ ورودی X و Y و یک خروجی دارد.برای مدل فازی سوگینو مرتبه اول مجموعه قوانین اگر-آنگاه به صورت زیر است:(Takagi & Sugeno, 1983).

Rule1: if x is A_1 , and y is B_1 , then $f_1= p_1x+q_1y+r_1$
Rule2: if x is A_2 , and y is B_2 , then $f_2= p_2x+q_2y+r_2$

شکل زیر مکانیزم استدلال را جهت این مدل سوگینو نشان می دهد معماری ANFIS مربوط به آن شکل بعدی در،جایی که گره های هر لایه توابع مشابه دارند نشان داده شده است (در این جا خروج گره i ام لایه ۱ با $O_{1,i}$ نشان داده شده است).



شکل۱ مکانیزم استدلال برای مدل سوگینو



شکل سیستم‌های استنتاج فازی-عصبی تطبیقی مرتبه اول سوگینو با دو ورودی و دو قانون (Jang, 1993).

سیستم های استنتاج فازی- عصبی تطبیقی دارای پنج لایه می باشند که در زیر به آنها اشاره شده است:

لایه اول :هر گره از i در این لایه یک گره تطبیقی با تابع گره

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x) \text{ for } i = ۱,۲ \text{ or}$$

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-۲}}(y) \text{ for } i = ۳,۴$$

که در آن x ورودی به گره i و A_1 یا (B_{I-2}) یک برچسب زبانی مانند کوچک یا بزرگ است که با این گره انجمن شده است. به بیان دیگر $O_{1,i}$ درجه عضویت مجموعه فازی $A=(A_1, A_2 \text{ OR } B_1, B_2)$ است در اینجا تابع عضویت برای A می تواند یک تابع عضویت پارامتری مانند تابع زنگوله ای کلی باشد.

$$\text{bell}(x;a,b,c) = \frac{1}{1+\left|\frac{x-c}{a}\right|^{2b}}$$

که در آن $\{a_1, b_1, c_1\}$مجموعه پارامتر ها است. وقتی که مقادیر این پارامترها تغییر می یابد تابع زنگوله ای شکل، تغییر شکل می دهد. پارامتر های مبنا نامیده می شود.

لایه دوم: هر گره در این لایه یک گره ثابت با برچسبII است که خروجی آن ضرب سیگنال های ورودی است.

$$O_{۲i} = \mu_{Ai}(X) . \mu_{Bi}(y), j = i,۲$$

خروجی هرگاه قدرت آتش یک قانون را بیان می کند. در حالت کلی هر T-نرم دیگری که بیان کننده AND فازی باشد می تواند به عنوان تابع گره در این لایه به کار گرفته شود.

لایه سوم: هر گره در این لایه یک گره ثابت با برچسب N می باشد. i امین گره در این لایه نسبت iامین قدرت آتش قانون را به مجموع قدرت آتش های قوانین محاسبه می کند.

$$O_{۳,i} = \overline{W}_i = \frac{W_i}{W_i + W_۲}, i = ۱,۲$$

خروجی این لایه قدرت های آتش نرمالیزه شده نامیده می شود.

لایه چهارم: هر گره از i در این لایه یک گره تطبیقی با تابع گره است.

$$O_{۴_i} = W_i f_i = \overline{W}_i (p_i x + q_i y + r_i)$$

W_i قدرت نرمالیزه شده در لایه سوم، و $\{p_i, q_i, r_i\}$ مجموعه پارامتر های این گره است و پارامترهای این لایه پارامترهای تالی نامیده می شوند.

لایه پنجم: گره انتهایی این لایه یک گره با برچسب $\sum$ است که خروجی کلی رابه عنوان مجموع همه سیگنال های ورودی محاسبه می کند(Buragohain&mahanta,2008,614).

Overall output=$O_{5i} = \sum w_i f_i = \frac{\sum_i w_i fi}{\sum_i w_i}$

۴- روش شناسی و نحوه اجرای پژوهش

حال به تشریح مراحل الگوریتم مذکور جهت انجام عملیات در شبکه مربوطه پرداخته می شود :

گام اول: شناسایی متغیرها و جمع آوری داده ها

در ابتدا با مطالعه کتابخانه ای شش نسبت بالقوه ورشکستگی شناسایی گردید که شامل نسبت های نقدینگی، نسبت های اهرمی، نسبت های فعالیت، نسبت های سود آوری و فاکتور های بازار و سایر عوامل می باشد که برای هریک از فاکتورها، زیر شاخص هایی نیز تعریف شده است. سپس با استفاده از نظر خبرگان و با استفاده از روش ماتریس مقایسات زوجی متغییر های تاثیرگذار در صنعت دارو سازی شناسایی گردید که شامل نسبت های نقدینگی، نسبت های اهرمی و فاکتور های بازار می باشد. با این روش ضریب اهمیت و به عبارت دیگر وزن هر متغیر و زیر فاکتورهایش مشخص می گردد و با استفاده از این ضرایب تمامی قواعد فازی مربوط به مدل بدست می آید. قابل ذکر است که تمام حالت های ممکن قواعد فازی را با کسب ضرایب اهمیت متغییر ها بدست آمده است یعنی بدون دخالت خبرگان در تنظیم دستی قواعد، نظر آنها به طریق غیر مستقیم در تدوین قواعد وارد می گردد و به این طریق تمامی حالت های ممکن در بر گرفته می شود.

گام دوم: ایجاد یک سیستم منطق فازی

فرآیند آموزش شبکه عصبی با یک سیستم منطق فازی اولیه شروع می‌شود. در این گام هر کدام از متغیرهای کلامی هر شاخص به متغیرهای فازی تبدیل می گردند. متغیرهای کلامی کمیت های کیفی را که هیچ گونه منطق ریاضی ای ندارند تبدیل به متغیرهای کمی می نمایند. در این مرحله با استفاده از تابع زنگدیس(زنگوله ای) متغیرها از حالت کلامی به متغیرهای فازی تبدیل شده است.که توابع ریاضی عضویت جی بل به شکل فرمول زیر می باشد :

bell (x ;a ,b,c)= $\frac{1}{1+|\frac{x-c}{a}|^{2b}}$

گام سوم: تعریف یادگیری در شبکه عصبی فازی

شبکه ANFISایجاد شده از یک شبکه پیشخور چند لایه بوجود آمده است که شبکه های پیشخور ارتباطات تغذیه برگشتی ندارند همچنین در این مرحله تعداد داده های تست ، آموزش و چک در شبکه مربوطه نیز مشخص می شود. و بمنظور آنکه داده هابیانگر سیستم عینی باشند بصورت تصادفی انتخاب شده اند.پس از تعیین چگونگی تقسیم بندی داده ها با استفاده از روش Grid Partitioning شبکه به آموزش گذارده می شود.

گام چهارم: بهینه سازی و تأیید

در اینجا ابتدا داده های آموزش را در مدل نهایی آموزش می دهیم و سپس داده های تست را در مدل آموزش می دهیم و سپس آنها را در حالت تست قرار می دهیم با این روش اختلاف بین داده های آموزش دیده شبکه و داده های مطلوب را که شبکه از طریق حالت تست بدست می آورد محاسبه می شود

مرحله پنجم: ورودیهای شبکه عصبی فازی چهارم

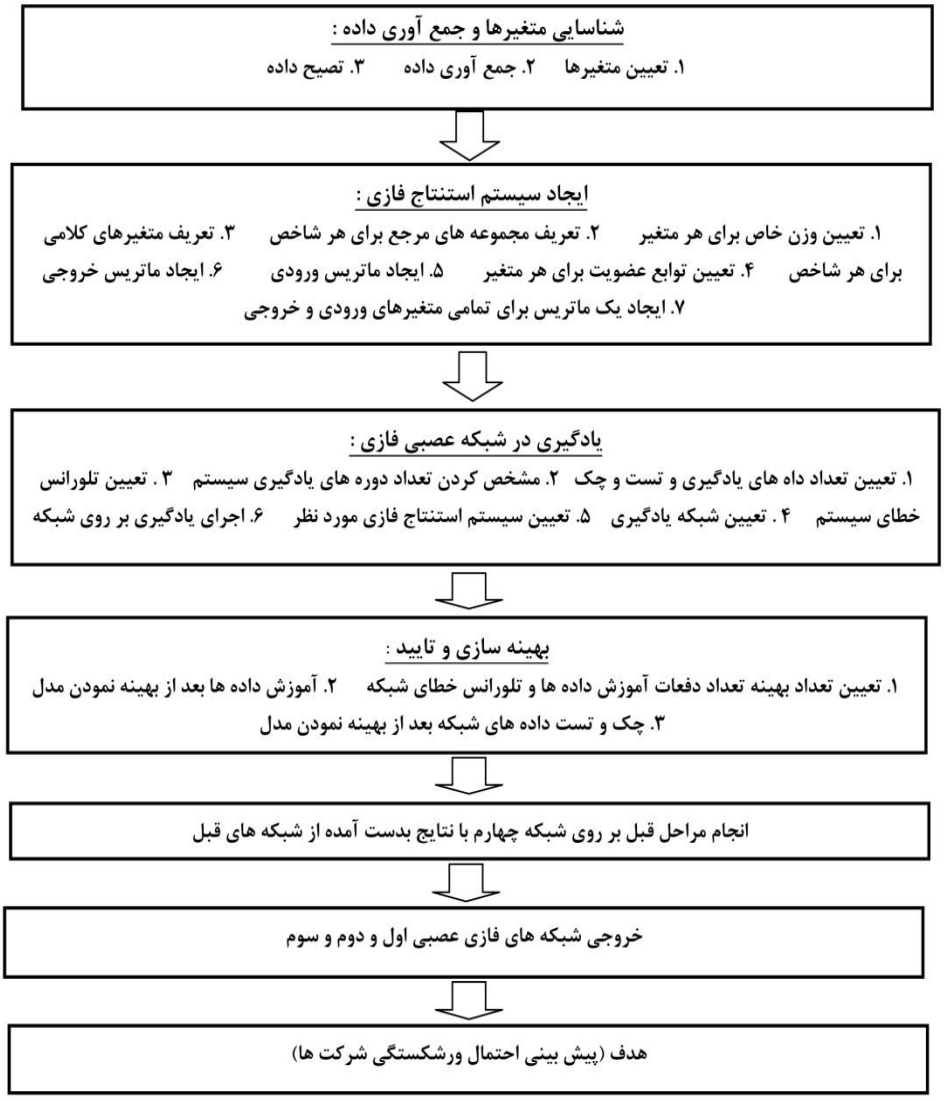
خروجی های سه شبکه ایجاد شده در این مرحله بعنوان ورودی شبکه جدید در نظر گرفته شده است . که در شکل ذیل چگونگی ارتباطات ورودیها به خروجی نشان داده شده است.

۵- نتایج پژوهش

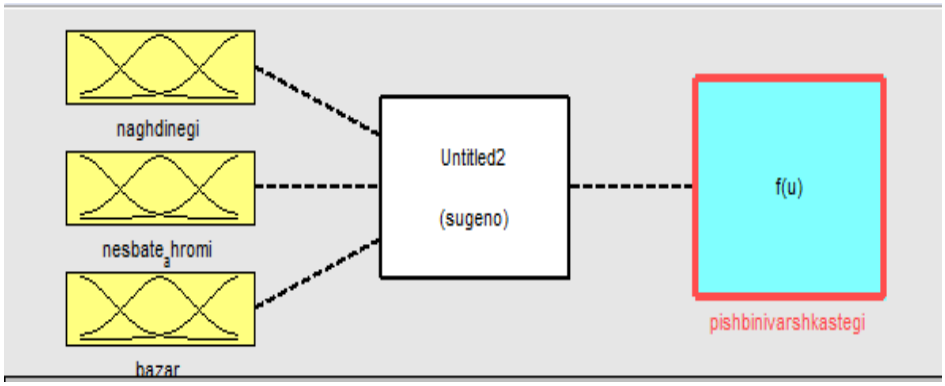
از تابع Sugeno استفاده شده است زیرا ساختار داده های ورودی به شکل فازی به سیستم وارد می گردند ولی متغیر خروجی به صورت فازی نبوده و به صورت درصد ورشکستگی بعنوان خروجی در نظر گرفته شده است، بنابراین با بدست آوردن ورودی های شبکه چهارم، مدل کلی پیش بینی ورشکستگی به صورت زیر بدست آمده است.

بدین معنا که پس از ساخته شدن مدل، اطلاعات مالی شرکتهای نمونه را از بورس اوراق بهادار کسب گردیده و با محاسبه نسبت های نقدینگی، بدهی و بازار در پنج سال و وارد کردن ارقام آنها در مدل به بررسی وضعیت مالی شرکت ها می پردازیم و درصد ورشکستگی شرکت های نمونه در پنج سال بدست می آید. که در زیر به طور مثال اطلاعات مالی شرکت داروسازی حکیم در سال ۱۳۸۵ وارد مدل ساخته شده گردیده است و وضعیت ورشکستگی آن را نشان داده شده است همانطور که دیده می شود این شرکت با احتمال ۷۵/. در سال ۱۳۸۵ ورشکسته می گردد. سپس

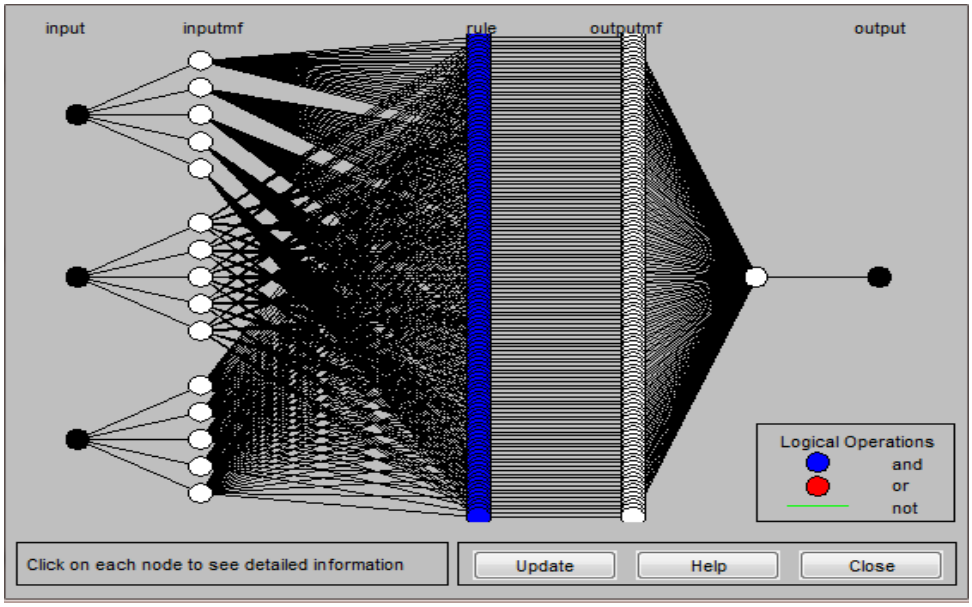
تمامی این گام ها برای تک تک شرکت های نمونه انجام شده است و نتایج نهایی احتمال ورشکستگی آنها در جدول پایانی در پیوست بیان شده است.



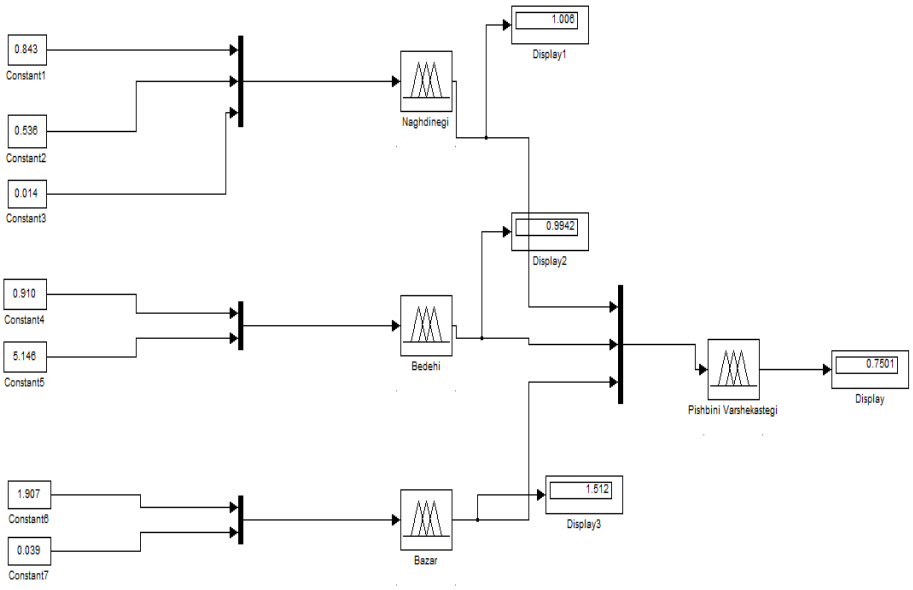
شکل ۲: الگوریتم اجرایی تحقیق



شکل۳ : شکل مفهومی شبکه عصبی فازی چهارم



شکل۴ : ساختار شبکه عصبی فازی چهارم

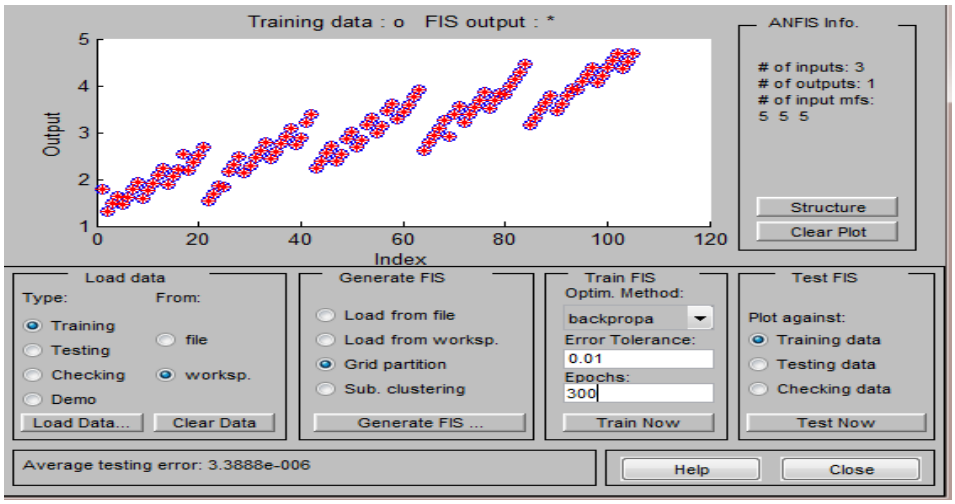


شکل ۵ مدل کلی پیش بینی ورشکستگی

در این مدل از چهار anfis، جداگانه استفاده شده است. به این ترتیب که در anfis اول، anfisنقدینگی، نسبت جاری، نسبت آنی و نسبت وجوه نقد به کل دارایی به عنوان ورودی ها وارد شبکه اول می گردد و خروجی آن بررسی وضعیت نقدینگی شرکت ها می باشد. درanfis دوم، به بررسی وضعیت بدهی شرکت ها پرداخته می شود که ورودی آنها شامل نسبت بدهی و نسبت کل بدهی به حقوق صاحبان سهام می باشد. در anfis سوم، اندازه شرکت و نسبت بازدهی شرکت به بازدهی بورس به عنوان ورودی های این شبکه می باشد و خروجی آن بررسی وضعیت شرکت در بازار می باشد.

سپس خروجی های این سه شبکه به عنوان ورودی های شبکه آخر وارد anfis پیش بینی ورشکستگی می گردد و آن شبکه به بررسی وضعیت ورشکستگی شرکت ها می پردازد.

در مدل پیش بینی ورشکستگی جهت بررسی تایید و بهینه سازی تعداد داده ها برابر با ۱۱۵ داده آموزش ، ۱۰داده تست و ۱۰ داده چک می باشد. با توجه به این داده ها به بررسی بهینه سازی و تایید مدل کلی ساخته شده، پرداخته می شود.شکل های ۱۲ نمودارهای تست و یادگیری شبکه عصبی فازی چهارم ارائه شده است. در این شکل ساختار تطابق داده های آزمون و آموزش با کمترین خطای ممکن منطبق بر یکدیگر می باشند.



شکل ۶ : ساختار داده های آموزش و خطاهای آن در شبکه پیش بینی ورشکستگی

۶- نتیجه گیری و بحث

در ارزیابی پروژه های مختلف اقتصادی و تولیدی عموما از روش های قطعی استفاده می گردد . ولی دنیای امروزه تماما متفاوت با شرایط خطی متغیرها می باشد و امروزه جهت بهینه سازی و پیش بینی باید بتوان از روشهای غیر خطی و غیر محتمل استفاده نمود. در این مقاله بمنظور پیش بینی ورشکستگی شرکت ها از مدل های شبکه عصبی فازی استفاده گردیده است. که توانایی کار در محیطی پویا و غیر قطعی را امکان پذیر می سازد در این میان با استفاده از منطق فازی متغیرهای مختلف کلامی را برای هر شاخص تعریف نموده و با ایجاد توابع عضویت هر کدام با استفاده از شبکه عصبی به ایجاد یک سیستم یاد گیرنده اقدام شده است. از میان مدل های مختلف شبکه عصبی ، شبکه چند لایه پیشخور (Feed Forward Network)و الگوی یادگیری پس از انتشار خطا(Back propagation) انتخاب شده است . روش شبکه های عصبی فازی در هر ساختار شبکه بدلیل قدرت تعمیم آن و قدرت یادگیری به دفعات که در هر تعدد یادگیری باعث کاهش خطا به میزان قابل توجهی می شود، مورد توجه می باشند.

در تمامی شبکات از سیستم استنتاج فازی Sugeno و توابع عضویت جی بل استفاده شده است. درشبکه های ایجاد شده از شبکه چند لایه پیشخور استفاده شده است . به این دلیل از این روش استفاده شده که دارای یک ساختار ساده با استفاده از روش پس انتشار می باشد.

در این تحقیق نسبت نقدینگی، نسبت های اهرمی، نسبت سودآوری،نسبت فعالیت ،فاکتور های بازار و سایر عوامل به عنوان متغییرهای بالقوه ورشکستگی شناسایی گردیدند و سپس با استفاده از نظر خبرگان اهمیت نسبی متغییرها نسبت به هم در صنعت دارویی شناسایی گردیده و با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی ، معیار های موثر ورشکستگی که شامل نسبت های نقدینگی، نسبت های اهرمی و فاکتور های بازار است شناخته شده و به عنوان ورودی های شبکه معرفی می گردند. مدل ارایه شده شامل چهار شبکه عصبی فازی می باشد که ورودی های شبکه اول شامل زیر شاخص های معیار نقدینگی می باشد و خروجی آن وضعیت نقدینگی شرکت ها می باشد. ورودی های شبکه دوم شامل زیر شاخص های معیار نسبت اهرمی می باشد و خروجی آن وضعیت بدهی شرکت ها می باشد. ورودی های شبکه سوم شامل زیر شاخص های معیار نقدینگی می باشد و خروجی آن وضعیت شرکت ها را در بازار نشان می دهد. خروجی های این سه شبکه به عنوان ورودی وارد شبکه چهارم می گردد و خروجی شبکه چهارم احتمال ورشکستگی شرکت ها را نشان می دهد.

نتایج مدل بیانگر احتمال ورشکستگی بالای شرکت دارو سازی لقمان و وضع نا بسامان شرکت های داروسازی داملران رازک و ابوریحان در سال ۱۳۸۸ می باشد. همچنین بهترین شرکت برای سرمایه گذاری در صنعت دارو، شرکت دارو سازی لقمان می باشد. همچنین در این تحقیق بیان گردید شرکتهای دارویی که دارایی نسبت جاری بالا و نسبت بدهی پایین می باشند احتمال ورشکستگی آنها بسیار کم می باشد و این دو زیر شاخص به عنوان مهمترین زیر شاخص های ورشکستگی یبان گردیده است. همچنین در تحقیقات انجام شده در ایران جهت پیش بینی ورشکستگی از شبکه عصبی استفاده گردیده شده است که یکی از مشکلات این سیستم‌ها ذخیره دانش به صورت وزن‌های نامشخص بین نرونی می‌باشد که امکان تفسیر کلامی آن ممکن نیست که این تحقیق با استفاده از شبکه عصبی فازی بر این مشکل فایق آمده است.

قابل ذکر است است نتیجه بدست آمده از این مقاله یک مدل پیش بینی بهینه با کمترین مقدار خطا را ارایه داده است.

فهرست منابع

۱) سلیمانی امیری، غلامرضا و علی، ثقفی.(۱۳۸۱)." بررسی شاخص های پیش بینی کننده ورشکستگی در شرایط محیطی ایران"،رساله دکتری حسابداری،دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

۲) سعادت فر، جواد و اکبر کمیجانی.(۱۳۸۵). "کاربرد مدلهای شبکه عصبی درپیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکتهای بازار بورس"، فصلنامه جستارهای اقتصادی، سال سوم، شماره ششم.

۳) سعیدی، علی و آرزو ،آقایی.(۱۳۸۸)."پیش بینی درماندگی مالی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه های بیز"، بررسیهای حسابداری و حسابرسی، دوره 16، شماره ۵۶، (۷۸-۵۹).

٤) فلاحی، سعید. (۱۳۸۳)."پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از شبکه های عصبی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

٥) فغانی نرم، مهدی.(۱۳۸۰)"ارتباط بین نسبتهای مالی وپیش بینی ورشکستگی".پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه علامه طباطبایی.

٦) قالیباف اصل، حسن.(۱۳۸۵)."مدیریت مالی" نشر پوران پژوهش، چاپ چهارم،(۱۹-۲۴).

۷) کوره پزان دزفولی، امین.(۱۳۸۴). «اصول تئوری مجموعه های فازی و کاربردهای آن در مدلسازی مسائل مهندسی آب» ، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، تهران ،چاپ اول،(۱،۲۶-۱،۷۲،۸۱، ۲۸، ۲۰۲).

۸) مدرس، احمد و فرهاد، عبدالله زاده.(۱۳۷۸)." مدیریت مالی"، جلد او ل، چاپ اول ، تهرا ن،شرکت چاپ و نشر بازرگانی.

۹) منصور،جهانگیر. (۱۳۸۹)."قانون تجارت"،چاپ نود سوم.

۱۰) ناصرزاده، هوشنگ.(۱۳۷۴). قانون تجارت، چاپ سوم، تهران، نشر دیدار.

۱۱) نوو، ریموند پی.(۱۳۷۹). مدیریت مالی، ترجمه علی جهانخانی و علی پارساییان،(چاپ ششم)، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهی.

۱۲) هارونکلایی،کاظم وحسین ،کدخدایی.(۱۳۸۲)."مروری بر داده های مالی بازار سرمایه ایران: معمای تخمین ورشکستگی"،فصلنامه بانک صادرات ایران،شماره ۲۴، (۳۰).

13) Berry Michael& linoff Gordon,(1997) “data mining techniques”, john willy& son.

14) R.bill&T.Jackson,1998,Neural computing:An introduction,institute of physics publishing ,137(64).

15) Buragohain, M., Mahanta,C.,(2008). “A novel approach for ANFIS modeling based on full factorial design”, Applied soft computing, 8, pp.609-625.

16) P.-T. Chang,2007, Fuzzy stage characteristic-preserving product life cycle modeling, Fuzzy Sets Syst. 126 (1) .

17) Chi-Yo Huang a, Gwo-Hshiung Tzeng b,c,,2009, Multiple generation product life cycle predictions using a novel two-stage fuzzy piecewise regression analysis method.

18) D. Dubois, H. Prade,2009, Theory and Applications of Fuzzy Sets Systems, Academic Press, New York.
19) Fulvio Ardente, Marco Beccali, Maurizio Cellura, 2008, F.A.L.C.A.D.E.: a fuzzy software for the energy and environmental balances of product.
20) Jang, J. S. R. (1993). ANFIS: Adaptive network based fuzzy inference system. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 23(3), 665‐684.
21) Liya Ding, Hoon Heng Teh, Peizhuang Wang and Ho Chung Lui,1999, A Prolog-like inference system based on neural. Logic - An attempt towards fuzzy neural logic programming.
22) S. Kara', M. Mazhac, H. Kaebernickl (I), A. Ahmedl,2007, Determining the Reuse Potential of Components Based on Life Cycle Data.
23) M.I. Mazhar *, S. Kara, H. Kaebernick, 2009, Remaining life estimation of used components in consumerproducts: Life cycle data analysis by Weibull and artificial neural networks.
24) Mazhar, M. I., Kara, S., Kaebernick, H., 2004, Reuse Potential of Used Parts in Consumer Products: Assessment with Weibull Analysis, Proceedings of the lIthClR P International Seminar on Life Cycle Engineering, Belgrade.
25) E. Neapolitan , Richard and Jiang , Xia.(2007). "Probabilistic methods for financial and marketing informatics", pp. 357-370.
26) Nikola K. Kasabov,2009, Learning fuzzy rules and approximate reasoning in fuzzy neural networks and hybrid systems.
27) Raymond R. Tan*, Alvin B. Culaba, Kathleen B. Aviso , 2008, A fuzzy linear programming extension of the general matrix-based life cycle model.
28) Rose, C., 2000, Applying Environmental Value Chain Analysis to Product Take-back and Technical Service, Proceedings of the 7th ClRP International Seminar on Life Cycle Engineering.
29) Sheng-Lin Changa,_, Reay-Chen Wangb, Shih-Yuan Wanga , 2006, Applying fuzzy linguistic quantifier to select supply chain partners at different phases of product life cycle.
30) Shih-YuanWanga, Sheng-Lin Changb, Reay-ChenWangc, 2009,Assessment of supplier performance based on product development strategy by applying multi-granularity linguistic term sets.
31) Takagi, T., & Sugeno, M. (1983). Derivation of fuzzy control rules from human operator's control actions. Proceedings of the IFAC symposium on fuzzy information, knowledge representation and decision analysis, 55‐60.
32) Takata, S., Kimura, F., van Houten, F.J.A.M., Westkamper, E., 2004, Maintenance : Changing Role in Life Cycle Management, Annals of the CIRP.
33) R.C. Tsaur,2009, Hybrid forecasting model for product life cycle, J. Chin. Inst. Indust. Eng. 19 (5) .
34) Tsai-Chi Kuo a,*, Hsin-Hung Wub, Jiunn-I Shieh c,2008, Integration of environmental considerations in quality functiondeployment by using fuzzy logic.
35) Wimboh, santoso. (2003). " coordinate failure?Across-country bank failureprediction model".

36) J.G. Yu, G.H. Tzeng, H.L. Li, 2009, A general piecewise necessity regression analysis based on linear programming, Fuzzy SetsSyst.
37) J.G. Yu, G.H. Tzeng, H.L. Li, General fuzzy piecewise regression analysis with automatic change-point detection, Fuzzy Sets Syst. (2007).
38) H.Gh. Zadeh,2007,Soft formula with Fuzzy logic & Neural network,208(148).
39) Zhang, Y., Wang, H.-P., & Zhang, C. ,2000, Green QFD-II: A life cycle approach forenvironmentally conscious manufacturing by integrating LCA and LCC into QFDmatrices. International Journal of Production Research .
40) Zhang, G.P., Qi, M., 2005. Neural network forecasting for seasonal and trend time series.
41) R.Zoheidi,2003,Industrial application of fuzzy logic & neuro fuzzy,institu iz iran,288(123).

پیوست:

نام شرکت	احتمال ورشکستگی	نام شرکت	احتمال ورشکستگی
البرز دارو- ۸۴	٪۵۹	داروسازی اسوه- ۸۴	٪۵۵
البرز دارو - ۸۵	٪۵۴	داروسازی اسوه- ۸۵	٪۳۹
البرز دارو - ۸۶	٪۳۳	داروسازی اسوه- ۸۶	٪۲۳
البرز دارو - ۸۷	٪۳۵	داروسازی اسوه- ۸۷	٪۲۳
البرز دارو - ۸۸	٪۳۱	داروسازی اسوه- ۸۸	٪۴۷
پارس دارو- ۸۴	٪۴۴	داروسازی امین-۸۴	٪۶۰
پارس دارو- ۸۵	٪۴۴	داروسازی امین-۸۵	٪۴۸
پارس دارو- ۸۶	٪۲۸	داروسازی امین- ۸۶	٪۵۱
پارس دارو- ۸۷	٪۲۶	داروسازی امین- ۸۷	٪۵۳
پارس دارو- ۸۸	٪۳۴	داروسازی امین- ۸۸	٪۳۳
داروسازی ابوریحان- ۸۴	٪۵۴	داروسازی داملران رازک- ۸۴	٪۶۳
داروسازی ابوریحان- ۸۵	٪۵۶	داروسازی داملران رازک- ۸۵	٪۵۴
داروسازی ابوریحان- ۸۶	٪۵۱	داروسازی داملران رازک- ۸۶	٪۴۵
داروسازی ابوریحان- ۸۷	٪۵۲	داروسازی داملران رازک- ۸۷	٪۴۱
داروسازی ابوریحان- ۸۸	٪۵۲	داروسازی داملران رازک- ۸۸	٪۵۱
شیرین دارو-۸۴	٪۷۳	داروسازی حکیم- ۸۴	٪۷۵
شیرین دارو- ۸۵	٪۵۸	داروسازی حکیم- ۸۵	٪۷۵
داروسازی زهراوی- ۸۴	٪۶۳	داروسازی فارابی- ۸۴	٪۴۲
داروسازی زهراوی- ۸۵	٪۵۷	داروسازی فارابی- ۸۵	٪۴۲
داروسازی زهراوی-۸۶	٪۴۹	داروسازی فارابی-۸۶	٪۴۲
داروسازی زهراوی- ۸۷	٪۴۶	داروسازی فارابی- ۸۷	٪۴۱
داروسازی زهراوی- ۸۸	٪۴۵	داروسازی فارابی- ۸۸	٪۳۳
داروسازی سبحان- ۸۴	٪۶۰	داروسازی کوثر- ۸۴	٪۵۱
داروسازی سبحان- ۸۵	٪۳۸	داروسازی کوثر- ۸۵	٪۴۷
داروسازی سبحان- ۸۶	٪۱۵	داروسازی کوثر- ۸۶	٪۴۸

٪۳۶	داروسازی کوثر- ۸۷	٪۴۹	داروسازی سبحان- ۸۷
٪۳۴	داروسازی کوثر- ۸۸	٪۱۶	داروسازی سبحان-۸۸
٪۵۲	سینا دارو- ۸۴	٪۶۲	دارویی لقمان- ۸۴
٪۳۸	سینا دارو- ۸۵	٪۶۳	دارویی لقمان- ۸۵
٪۳۲	سینا دارو- ۸۶	٪۵۲	دارویی لقمان- ۸۶
٪۳۵	سینا دارو- ۸۷	٪۶۳	دارویی لقمان - ۸۷
٪۳۰	سینا دارو- ۸۸	٪۶۳	دارویی لقمان- ۸۸
٪۵۹	لابراتوار های رازک- ۸۴	٪۶۰	کارخانجات داروپخش- ۸۴
٪۵۳	لابراتوار های رازک- ۸۵	٪۵۵	کارخانجات داروپخش- ۸۵
٪۵۰	لابراتوار های رازک- ۸۶	٪۵۰	کارخانجات داروپخش- ۸۶
٪۵۰	لابراتوار های رازک- ۸۷	٪۵۰	کارخانجات داروپخش- ۸۷
٪۴۱	لابراتوار های رازک- ۸۸	٪۵۰	کارخانجات داروپخش- ۸۸